

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Metsätalouden koulutusohjelma

Hannamari Nuopponen

Valmiin vanerituotteen mittojen vaikutus liimaviilun laatuvaatimukseen

Opinnäytetyö
Helmikuu 2017



OPINNÄYTETYÖ
Helmikuu 2017
Metsätalouden koulutusohjelma

Karjalankatu 3
80200 JOENSUU
013 260 600

Tekijä
Hannamari Nuopponen

Nimeke
Valmiin vanerituotteen mittojen vaikutus liimaviilun laatuvaatimuksiin

Toimeksiantaja
UPM Kymmene Wood OYJ, Savonlinnan vaneritehdas

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, onko UPM-Kymmene Wood OYJ Savonlinnan vaneritehtaalla syytä tiukentaa pituussuuntaan jatkettujen viilujen laatuvaatimuksia saumojen porrastusten osalta. Tutkimuksen tarkoitus oli vajaareunaisten levyjen vähentäminen ja kerralla oikein tehtyjen vanerien osuuden lisääminen.

Työ toteutettiin toiminnallisena tutkimuksena Savonlinnan vaneritehtaalla. Tutkimuksessa mitattiin viilun pituuksia, leveyksiä ja saumojen porrastuksia. Lisäksi tutkittiin ongelman laajuutta valmiilla vanereilla. Saatujen tulosten perusteella arvioitiin pituussuuntaan jatkettujen viilujen laatua ja tarvetta tiukentaa laatuvaatimuksia.

Viilujen laatu todettiin tulosten perusteella erittäin hyväksi sekä ennen jatkamista että sen jälkeen, eikä ongelmia saumojen porrastuksissa esiintynyt tutkitulla jatkoslinjalla. Tutkimus kuitenkin osoitti muita kohteita, joiden osuus ongelmaan kannattaisi tutkia tulevaisuudessa.

Vajaareunaisia levyjä valmistuu tuotannosta koko ajan. Syitä tähän löytyy useilta tuotannon osa-alueilta. Tämän tutkimusmallin avulla voidaan tarvittaessa tutkia toisia jatkolinjoja ja saada arvokasta tietoa pituussuunnassa jatkettujen viilujen laadusta.

Kieli

Sivuja 24

suomi

Liitteet 4

Asiasanat

vaneri, viilu, pituussuuntaan jatkettu viilu, laatuvaatimukset, tutkimus



THESIS
February 2017
Degree Programme in Forestry

Karjalankatu 3
80220 JOENSUU
FINLAND
+358-13-260 600

Author
Hannamari Nuopponen

Effect of Completed Plywood Product Measures to Quality Standards of Glued Veneer

Commissioned by
UPM-Kymmene Wood OYJ, Savonlinnan vaneritehdas

Abstract

The goal of this thesis is to clarify whether UPM-Kymmene Wood OYJ's Savonlinna plywood factory should consider applying more strict quality control for longitudinally extended veneers in consideration of seam gradation. The study aims to reduce the amount of waney edged sheets and to increase the percentage of plywood sheets produced correctly.

This functional study was conducted in UPM Savonlinna plywood Factory. The measurements of veneer lengths, width and seam gradations were used in the process. Additionally, the expansion of the problem in ready-made veneers was researched. An estimate of the quality of longitudinally extended veneers, and consideration whether the quality requirements should be tightened, was made based on the measurements.

According to the results, the quality of extendable veneers as well as extended veneers was very high. Therefore, the problem did not exist on the examined joinery line. The study revealed other targets which should be investigated in the future.

Waney edged sheets exist in the production frequently. The explanations could be observed from several sectors of the production. This study model can be contributed to examining other joinery lines, and consequently, receiving valid information about the quality of longitudinally extended veneers.

Language

Pages 24

Finnish

Appendices 4

Keywords

plywood, veneer, glued veneer,

Sisältö

Käsiteluettelo	5
1 Johdanto	6
2 UPM-Kymmene Oyj	7
2.1 Yritysesittely	7
2.2 UPM-Kymmene Wood OY Savonlinnan vaneritehdas	7
3 Vanerin valmistus	8
3.1 Vaneri	8
3.2 Katkaisu	8
3.3 Leikkaus- ja lajittelulinja	8
3.4 Viilun jatkaminen	9
3.5 Vaneriaihion ladonta	10
3.6 Karsintasahaus	11
3.7 Hionta- ja lajittelulinja	11
4 Vanerin laatuvaatimukset	11
4.1 Viilun laatuvaatimukset	11
4.2 Jatketun viilun laatuvaatimukset	12
4.3 Valmiin vanerin laatuvaatimukset	12
5 Tutkimuksen lähtötilanne ja tavoitteet	13
5.1 Aiemmat tutkimukset	13
5.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajausta	14
6 Mittausmenetelmät ja mittauskohteet	14
6.1 Mittaukset	14
6.2 Jatkettavat viilut	15
6.3 Jatketut viilut	15
6.4 Ladonnan seuranta	16
6.5 Valmiit vanerit	17
6.5.1 Sahatut levyt	17
6.5.2 Tiedonkeruujärjestelmä	17
7 Tulokset	18
7.1 Jatkettavat viilut	18
7.2 Jatketut viilut	19
7.3 Liimauksen seuranta	19
7.4 Valmiit vanerit	20
7.4.1 Valmiiseen mittaan sahatut vanerit	20
7.4.2 Tiedonkeruun seuranta	21
8 Päätelmät	21
9 Pohdinta	23
Lähteet	24

Liitteet

Liite 1	Jatkettavien viilujen mittaukset
Liite 2	Viilusaumojen porrastukset 1 300 mm x 1 300 mm jatketuissa viiluissa
Liite 3	Viilusaumojen porrastukset 1 590 mm x 1 300 mm jatketuissa viiluissa
Liite 4	Liimaviilujen virheet ladonta-asemilla

Käsiteluettelo

JATKETTAVAT VIILUT syysuunnassa jatkettavia viiluja

KESKIVIRHE viilun keskellä olevat reiät

KOIVUVIILU koivusta sorvattu viilu

KOVA REUNA vaneriaihion ladonnassa vastetta vasten tehty reuna

KUIVAVIILU keskimmäisviilu, jolle ei levitetä liimaa

LIIMAVIILU keskimmäisviilu, jonka molemmille puolille levitetään liima

PITUUSSUUNTAAN JATKETTU VIILU puusyiden suunnassa jatkettu viilu

PÄÄMITTA levyn tai viilun mitta puusyiden suunnassa

REUNASAHAUS / KARSINTASAHAUS kuumapuristuksen jälkeen tehtävä ensimmäinen sahaus.

REUNAVASTE liimauksessa viilut asetellaan reunavastetta vasten, jotta vaneriaihiolle saadaan mahdollisimman tasainen ja suora reuna

SAUMAN PORRASTUS viilun jatkossaumassa oleva pykälä

VAJAAREUNAINEN / REUNAVAJAA LEVY valmis vanerilevy jossa jokin keskimmäisviiluista ei täytä vanerin ulkomittoja

VALMISMITTA vanerin valmistusmitta, johon aihio sahataan yleensä yhdellä tai kahdella sahauskerralla

VANERIN LIIMAUS / VANERIN LADONTA vaneriaihion valmistus

VIILUN JATKAMINEN puusyiden suuntaisesti tapahtuva viilun jatkaminen

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö käsittelee vanerinvalmistuksessa käytettävien pitkittäin jatkettujen viilujen laatua ja vaikutusta vajaareunaisiin vanerilevyihin. Tavoitteena oli selvittää, onko pitkittäin jatkettujen viilujen saumojen porrastuksilla vaikutusta valmiiden levyjen vajaareunaisuuteen ja tulisiko jatkettujen viilujen laatuvaatimuksia tiukentaa.

Tutkimushetkellä UPM-Kymmene Wood Oy:n Savonlinnan vaneritehtaalla I- laadusta karsiutuu II-laatuun noin 2 % valmistetuista levyistä reunavajauden vuoksi. Prosentuaalisesti luku on pieni, mutta kappalemäärä on useita tuhansia ja rahallisesti summa on suuri. Jos osallekin löytyisi korjattavissa oleva syy, olisi vuositasolla mahdollista saada huomattavat säästöt. (Nikulainen 2015.) Valmiissa vanerituotteissa pyritään kerralla oikeaan tulokseen, jolloin levyt ovat suoraan valmiita asiakkaalle.

II-laatuun pudonneissa on jokin virhe, kuten esimerkiksi vajaareunaisuus, jolloin jokin levyn sisäviiluista ei yltä levyn reunaan saakka, tai puhki hionta, jolloin levyn välissä olleen roskan tai väärän paksuisten viilujen vuoksi pintaviilu on hioutunut puhki. Nämä virheet estävät vanereiden toimittamisen asiakkaalle. Levyistä kuitenkin saadaan useimmiten täydennyslevyjä muihin tilauksiin sahaamalla ne pienempiin mittoihin, jolloin levyn virheet poistuvat.

Tutkimukseen on otettu mukaan ladontapäämitaltaan 1 300 mm:n vaneriaihioita ja keskitytty niissä käytettyihin pitkittäin jatkettuihin liimaviiluihin. Liimaviiluista on erityisesti tutkittu saumojen porrastuksia sekä porrastusten vaikutusta viilun asetumiseen ladelmassa. Lisäksi tutkimuksessa on seurattu leikkaus-lajittelulinjalta tulevia jatkettavia viiluja sekä tilastoitu valmiita, vajaareunaisuuden vuoksi hylättyjä levyjä. Valmiista levyistä on eritelty ne levyt, joiden vajaareunaisuuden syy on liimaviilussa.

Tutkimuksen mittaustulokset esitetään taulukoissa (liite 1-4). Niiden perusteella on tehty päätelmiä tämänhetkisestä tilanteesta jatkettujen viilujen saumojen porrastusten ja valmiiden vanereiden vajaareunaisuuden suhteen.

Tutkimus antoi tietoa tutkimushetken tilanteesta yhdellä jatkoliitoslinjalla sekä yhdellä tuotannossa olevalla päämitalla, eikä tämän tutkimuksen tuloksia voida

yleistää muihin jatkoliitoslinjoihin tai päämittoihin. Mittaustavat sekä tutkimus kokonaisuudessaan on kuitenkin helposti sovellettavissa myös muille jatkoliitoslinjoille ja päämitoille.

2 UPM-Kymmene Oyj

2.1 Yritysesittely

UPM on kansainvälinen yritys, joka on uuden metsäteollisuuden edelläkävijä. UPM:n pitkä tuotantohistoria on perustanut paperin ja sellun tuotantoon, mutta viime vuosina se on panostanut uusiutuvien energiamuotojen kehittämiseen ja on yhdistänyt bio- ja metsäteollisuuden. (UPM 2015)

UPM työllistää kansainvälisesti noin 20 000 henkilöä 45:ssä eri maassa. UPM:n liiketoiminta rakentuu kuudesta eri liiketoiminta-alueesta, jotka on jaoteltu sijainnin ja tuotantosuunnan perusteella. Tämän lisäksi UPM omistaa sertifioituja metsiä Suomessa yhteensä noin 850 000 hehtaaria. Tuotantoonsa UPM käyttää omia metsiään vuosittain noin 10 %. (UPM 2015)

2.2 UPM-Kymmene Wood OY Savonlinnan vaneritehdas

Savonlinnan vaneritehdas on yksi UPM:n yhdeksästä vaneritehtaasta ja kuuluu UPM Plywood liiketoiminta-alueeseen. Se on pitkänlinjan vaneritehdas, jossa on valmistettu suomalaista koivuvaneria jo vuodesta 1921. (UPM 2015)

Savonlinnan vaneritehdas tuottaa kansainväliseen vientiin pitkälle jalostettuja kuljetus- ja rakennusteollisuuden erikoisvanereita, jotka ovat suunniteltu vaativaan käyttöön. Tuotteista noin 80 % jatkojalostetaan tehtaalla asiakkaan toiveiden mukaisesti. Savonlinnan vaneritehdas on myös UPM:n maksikokoisiin vanereihin erikoistunut tehdas ja levyt voivatkin olla kooltaan jopa 13,5 m x 2,8 m. (UPM 2015)

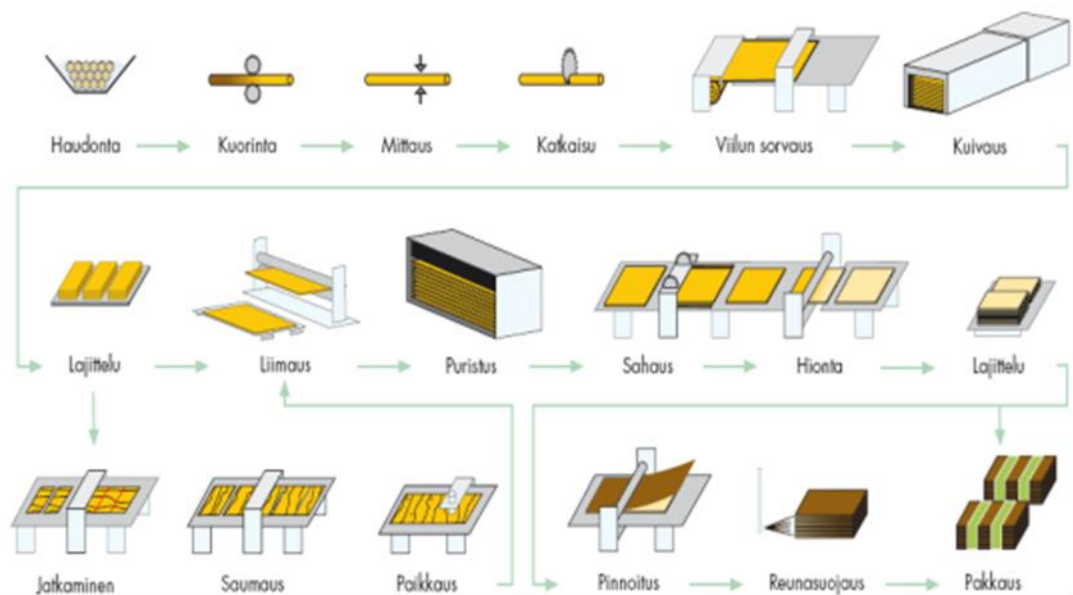
Vuosittainen puunkäyttömäärä Savonlinnan tehtaalla on noin 300 000 m³ ja valmiin vanerin tuotantokapasiteetti 100 000 m³. Raaka-aineenaan Savonlinnan vaneritehdas käyttää pelkästään koivua. (UPM 2015)

3 Vanerin valmistus

3.1 Vaneri

Valmis vaneri on vähintään kolminkertainen, ristiin liimatuista puuviiluista koostuva levy. Vanerin nimellispaksuus on 4 mm ja 50 mm välillä. Normaalirakenteessa viilujen syysuunnat ovat lujuusominaisuuksien parantamiseksi ristikkäin, mutta myös erityyppisiä erikoisrakenteita valmistetaan asiakkaiden toiveiden mukaisesti. (UPM 2015)

Vanerin koko tuotantoprosessi on esitetty kaaviossa (kuva 1.), ja tässä käydään läpi vain tämän tutkimuksen osalta tärkeimmät työvaiheet.



Kuva 1. Vanerinvalmistuksen työvaiheet. (UPM 2015)

3.2 Katkaisu

Haudonnasta saapuvat vaneritukit sahataan sorvauksessa tarvittaviin mittoihin. Tukit sahataan puun pituuden ja ulkoisten ominaisuuksien perusteella niin, että puun viat saadaan poistettua tai vikojen vaikutus minimoitua ja puun saanto maksimoitua.

3.3 Leikkaus- ja lajittelulinja

Savonlinnan vaneritehtaalla on käytössä neljä erillistä sorvia, joista viilu lähtee suoraan verkkokuivauslinjoille ja kuivauksen jälkeen leikkaus- ja lajittelulinjoille. Kuivauksesta tulevasta koivuviilumatosta otetaan kaikilla linjoilla kaikkia viilulatuja.

Verkkokuivauksessa viilu leikataan kuivana. Viilun leikkaus- ja lajittelulinjalle saapuessaan viilumatto on kuivattu noin 3 – 5 % kosteuteen. Kamera määrittää koi-vuviilumatosta saatavat viilulaadut ja viilumatto leikataan arkeiksi laadutuskameraan asetettujen parametreihin perustuen. Viiluarkit lajitellaan omiin lokeroihinsa laadun perusteella. Täydet viilukuormat jatkavat joko suoraan liimaukseen tai jatkojalostukseen.

Viilu voidaan leikata myös märkäleikkauksena ennen kuivaajaa. Tällöin kaikki arkit ovat samankokoisia ja ne lajitellaan telakuivauksen jälkeen omiin lokeroihinsa. Telakuivauksessa on kuitenkin otettava huomioon viilun kutistuminen kuivauksen yhteydessä. (Koponen 1995.)

3.4 Viilun jatkaminen

Viilun jatkamisella tarkoitetaan sen jatkamista pituussuunnassa. Jatkamalla viiluista voidaan tehdä halutun mittaisia ilman, että viilun sorvauksessa sorvin leveyttä tarvitsee suurentaa.

Jatkoslinjalla viiluarkin laatu sekä kameraparametreihin perustuvat pituus- ja leveysmitat tarkistetaan. Viilun molemmat päät ohennetaan viistesahalla ja toiseen päähän levitetään liima (kuva 2.). Liimapuolen päälle ajetaan seuraavan viilun viistetty osa ja sauma puristetaan jatkospuristimella yhteen kestäväksi saumaksi. Oikein tehtynä jatkossauma ei erotu muusta viilusta paksuuden suhteen.



Kuva 2. Viilun jatkaminen jatkoslinjalla (Kuva Hannamari Nuopponen 2015)

Jatkoliitoslinjalla viilut pinkkautuvat niin että viilupinkkoihin muodostuu kova reuna. Ladonnassa viilukuorman kova reuna on tärkeä, sillä se helpottaa ladontaa. Kova reuna merkitään viilukuormaan ennen kuin valmis viilukuorma poistuu jatkoliitoslinjalta.

3.5 Vaneriaihion ladonta

Ladonnassa viilut liimataan halutun paksuiseksi vaneriaihioksi. Vanerin liimaukseen käytetään yleensä ulkokäyttöön sopivaa fenolihartsiliimaa. Viilut ladotaan perusrakenteissa syysuunnat kohtisuoraan toisiinsa nähden. Ristiinliimauksessa päällekkäiset viilusuunnat ovat 90 asteen kulmassa toisiinsa nähden. Tämä antaa vanerille monia hyviä ominaisuuksia kuten lujuuden, iskunkestävyyden sekä keveyden. (Puuinfo.)

Ladonta-asemalla tehdään ladonta-ajan puitteissa kerrallaan tietty määrä aihioita, jotka ajetaan esipuristimen kautta kuumapuristimelle. Ladelmassa oleva aihoiden määrä on riippuvainen myös levyn paksuudesta. Vaneriaihoiden mahdollisimman hyvän laadun ja seuraavien työvaiheiden sujumisen vuoksi on erittäin tärkeää, että ladelmalle saadaan kaksi kovaa reunaa. Kova reuna muodostetaan asettelemalla viilut mahdollisimman tarkasti ladontatason reunavasteita vasten. Tämä näkyy kuvassa 3. Kova reuna merkitään valmiiseen aihioon, jotta karsintasahauksessa levyt voidaan asetella niin, että kovalta reunalta sahaan vähemmän.



Kuva 3. Ladonta-aseman reunavasteet (Kuva Hannamari Nuopponen 2015)

3.6 Karsintasahaus

Kuumapuristuksen jälkeen vaneriaihiot sahataan karsintamittaan. Puupintaisissa tuotteissa karsintamitta on sama kuin tuotteen valmis mitta. Yleensä kuitenkin levyt menevät karsintasahauksen jälkeen kittauksen kautta hionta- ja lajittelulinjalle ja sieltä tuotteesta riippuen pinnoitukseen.

Karsintasahauksessa korostuu kovan reunan, hyvin ladotun vaneriaihion ja pienten mittaheittojen merkitys. Karsintasahauksessa toimitaan pienillä sahausvaroilla, jolloin esimerkiksi kuorman huono pinkkautuminen sahalla esimerkiksi yli-pitkien viilujen vuoksi voi aiheuttaa ongelmia.

Karsintasahauksessa sahataan useampi levy kerrallaan, joten sahan operaattori näkee vain päällimmäisen levyn. Levyjä ei myöskään pysty poistamaan tai kääntämään sen jälkeen kun ne on siirretty sahattavaksi, joten karsintasahauksen jälkeen virheitä ei voida poistaa kuin sahaamalla levy pienempään mittaan.

3.7 Hionta- ja lajittelulinja

Hionta- ja lajittelulinjalla karsintasahatut ja kitatut levyt hiotaan ja sen jälkeen lajitellaan priimoihin, hylättyihin ja jälkikorjattaviin levyihin. Priimat jatkavat suoraan seuraavaan työvaiheeseen. Jälkikorjattavista levyistä voidaan usein sahata täysin priimoja levyjä, mutta pienempiin mittoihin.

4 Vanerin laatuvaatimukset

4.1 Viilun laatuvaatimukset

Koivuviilu lajitellaan yleisten laatuvaatimusten mukaan viiteen eri pintalaatuun: A, B, S, BB ja WG. Näistä laatuja A ja B otetaan vain erikoistapauksissa. S-laatu on yleensä maalattava ja pintalaadut BB ja WG pinnoitettavia (Metsäteollisuuskäsikirja, 2006). BB :n ja WG :n välille sijoittuu Savonlinnassa käytetty ns. WGE-pinta, joka myöskin on pinnoitettava. Vanerin pintalaatu määräytyy vanerin käyttökohteen mukaan. (Metsäteollisuus ry 2006)

Keskimmäisviilulaadut lajitellaan laatuihin K2, K3 ja K4. Näistä pitkittäin jatkettaviksi menevät yleensä laadut K2 ja K3. K4-laatu pyritään leikkaamaan suoraan valmiiseen mittaan, jolloin se menee kuivaviiluna suoraan liimaukseen.

4.2 Jatketun viilun laatuvaatimukset

Pitkittäin jatketuilla viiluilla laatuvaatimukset ovat samat kuin keskimmaisviilulla. Tämän vuoksi jatkoliitokselle tulevien viilujen täytyy vastata lopputuotteen laatua tai olla sitä parempia. Lisäksi valmiin jatkettun viiluarkin tulee olla käsittelyn kestävä.

Keskimmaisviilulaadut K2 ja K3 leikataan lajittelulinjalla yleensä neliön muotoiseksi arkeiksi, jolloin sekä pituus että leveysmitat ovat samat. Viilun kosteuden tulee olla kolmesta kuuteen prosenttia. Leveysmitassa hyväksytään mittavaihtelua välillä -15 millimetristä + 20 millimetriin. K2 viilun keskivirheen, eli reiän tai pehmeän lahon halkaisija saa olla 15 mm ja K3 laadussa 30 mm. Viilun reunan tulee olla käsittelyn kestävä eikä siinä saa olla päällekkäin meneviä halkeamia. Lisäksi viilupinkkojen tulee olla tasasivuisia. (UPM Savonlinna 2015)

Valmiin viilun jatkossauma ei saa olla palanut ja sauman tulee olla kiinni koko sauman matkalta. Sauman tulee olla $25 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm}$ päällekkäin. Sauman porrastus saa olla korkeintaan 20 mm (kuva 4) ja valmiin viilun pituus $\pm 10 \text{ mm}$ asetetusta arvosta. (UPM Savonlinna 2015)



Kuva 4. Jatkossauman porrastus (Kuva Hannamari Nuopponen 2015)

4.3 Valmiin vanerin laatuvaatimukset

Vanerin valmistuksessa on käytössä laatujärjestelmiä, jotka ohjaavat valmistuksen jokaista vaihetta. Valmistuksen yhteydessä mitataan viilun paksuutta, liiman levitysmääriä ja valmiin vanerin paksuutta. (Metsäteollisuus ry 2006)

Tavallisesti asiakas määrittää oman tuotteensa laatuominaisuudet. Asiakkaan tarpeiden mukaan valmistetussa vanerissa voi olla jokin erikoisrakenne sekä asiakkaan oma pinnoite. Lisäksi valmiita sahausmittoja voi olla useita. (Metsäteollisuus ry 2006)

Suomalaiset, pinnoittamattomat vanerilevyt luokitellaan EN-635-normin mukaan, joka perustuu pintaviilulähtöiseen luokitteluun. Laadun määrittely perustuu suosituksiin jotka löytyvät ISO-2426-standardista. (Metsäteollisuus ry 2006)

Vaneria valmistettaessa noudatetaan useaa laatujärjestelmää, jotka varmistavat tuotteen tasaisen laadun. Sisäisen laadunvarmistuksen lisäksi vanerin laatua valvoo VTT ja valmistusprosessi täyttää eurooppalaisten EN-standardien vaatimukset. (Metsäteollisuus ry 2006)

Kun valmis vaneri lähtee tehtaalta, sen kosteus on 7- 12 %. Vaneri on hygroskooppinen tuote ja ympäristön kosteus vaikuttaa myös vanerin kosteuteen, ellei levyä ole asianmukaisesti pinnoitettu ja reunasuojattu. Kostunut vaneri ei vastaa annettuja vanerin yleisiä mitta- ja lujuusvaatimuksia. (Metsäteollisuus ry 2006)

5 Tutkimuksen lähtötilanne ja tavoitteet

5.1 Aiemmat tutkimukset

Savonlinnan vaneritehtaalla on aiemminkin tutkittu syitä siihen, miksi valmiit levyt putoavat II-laatuun. Tutkimuksilla on kuitenkin vaikea saada yksiselitteisiä tuloksia korjattavissa olevista asioista, koska puu on elävää materiaalia ja siihen vaikuttavia tekijöitä on useita. Tutkimuksilla voidaan saada tietoa vallitsevista olosuhteista ja selkeistä korjaustarpeista. Lisäksi ne yleensä tuovat ilmi asioita, joihin seuraavissa tutkimuksissa kannattaa erityisesti keskittyä (Karjalainen 2015).

Aika ajoin tilanne kärjistyy ja hylättyjen levyjen määrä nousee niin, että syihin on aika pureutua tarkemmin. Lyhyitä tutkimuksia vajaareunaisista vanereista on tehty aiemminkin, mutta tähän tutkimukseen aluetta rajattiin huomattavasti, jotta olisi mahdollista saada tarkempia tuloksia ja selkeämpiä parannuskohteita (Karjalainen 2015).

Aiemmin on tehty tutkimus porrastuksista jatkoliitoksella. Tutkimuksessa pohdittiin syitä jatkossauman porrastuksille sekä haettiin keinoja jatkossauman laadun parantamiseen. Projektissa mietittiin erityisesti jatkoliitoksen toiminnasta ja käyttökunnosta johtuvia syitä suurille jatkossauman porrastuksille (Karjalainen 2015).

Valitettavasti näistä tutkimuksista ei kuitenkaan ollut sellaista raporttia, jonka olisi voinut saada tutkimuksen alussa käyttööni. Tämän vuoksi tutkimukseen oli lähdettävä nolatilanteesta, jossa aiempaa tutkimustietoa ei ollut.

5.2 Tutkimuksen tavoitteet ja rajaus

Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, vaikuttaako pituussuuntaan jatkettujen liimaviilujen saumojen porrastus vajaareunaisten levyjen syntyyn. Tutkimuksella pyrittiin selvittämään myös sitä, onko jatkoliitoksen laatuvaatimuksia porrastusten osalta syytä tiukentaa, jotta vaikutus valmiisiin levyihin olisi mahdollisimman pieni.

Tutkimus rajattiin niin, että se käsittää vain 1 300 mm päämitassa sorvattuja viiluja ja niistä valmistettuja vanereita. Lisäksi tutkimusalue on rajattu niin, että käsitellään vain liimaviilujen saumojen porrastuksista aiheutuvia haittoja ladontaan ja valmiisiin levyihin.

Tutkimukseen otettiin viisi erikokoista valmista vaneria, joiden kohdalla seurattiin vajaareunaisten levyjen määriä. Tuotteiden mitat ovat sellaisia joita valmistetaan paljon tai ne ovat mitoiltaan haasteellisia valmistaa.

6 Mittausmenetelmät ja mittauskohteet

6.1 Mittaukset

Tutkimukseen tarvittavat mittaukset olen suorittanut itsenäisesti Savonlinnan vaneritehtaalla maaliskuis- ja huhtikuun aikana 2015. Mittaukset tehtiin tuotannon ollessa käynnissä. Tuotanto on käynnissä kolmessa vuorossa, joten se aiheutti omat haasteensa ennalta sovittujen tuotteiden seuraamiseen ja mittaustulosten saamiseen.

Mittaukset tehtiin tuotannon sujumisen ehdoilla, joten mittaukset suoritettiin mahdollisuuksien mukaan niin, ettei tuotanto häiriintynyt. Oikeanlaisen materiaalin saaminen mitattavaksi ja valmiiden vanereiden tarkastaminen heti sahauksen jälkeen vaati aktiivisuutta ja tuotannon seuraamista.

Viiluja tai vaneria mitattaessa ilmoitetaan ensin niin sanottu päämitta, eli syysuuntainen pituus ja toisena viilun tai vanerin leveys. Myös tässä tutkimuksessa kaikki viilu- ja vanerimitat on esitetty niin, että syysuuntainen mitta ilmoitetaan ensin.

Vanerin hyvät ominaisuudet perustuvat siihen, että puusyyt ovat kohtisuorassa toisiinsa nähden ja tämän vuoksi mitat liimaviiluissa ja valmiissa vanerissa ovat eri järjestyksessä.

6.2 Jatkettavat viilut

Leikkaus- ja lajittelulinjalta tulevista kuormista otin mittaukseen kahta eri viilulaa-
tua, K2 ja K3, mitassa 1 320 mm x 1 300 mm. Lisäksi mitattiin vertailua varten
viiluja K3 1 590 mm x 1 300 mm kuormasta. 1 590 mm x 1 300 mm mittaa käyte-
tään täydentämään jatkoliitoksen viilupulaa ja nopeuttamaan pituussuuntaan jat-
kettujen viilujen valmistumista.

Viiluista on mitattu viilujen pituus sekä leveys ja ristimitta. Mittaustuloksista on
laskettu saaduille tuloksille keskiarvot. Ristimittoja on verrattu laskennalliseen ris-
timittaan, joka on saatu pituuden ja leveyden keskiarvomitasta

6.3 Jatketut viilut

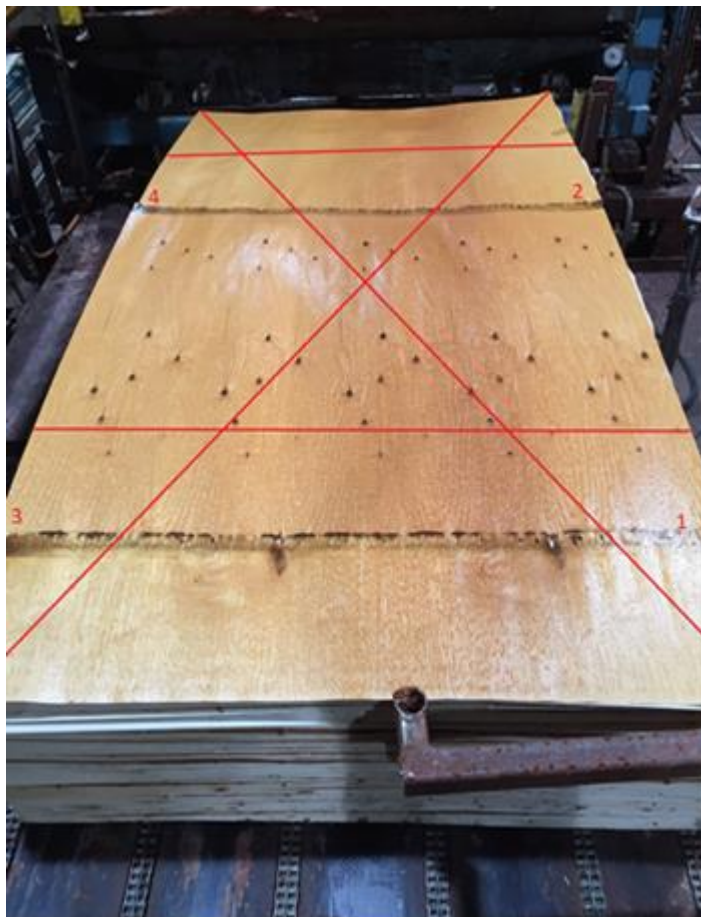
Pituussuuntaan jatketuista viiluista mitattiin kaikkien saumojen porrastukset niin,
että jos seuraava viilu on kuorman kovan reunan suuntaan, annettiin sille positiiv-
inen tulos. Jos taas porrastus oli pehmeän reunan suuntainen, tulos merkittiin
negatiivisena. Näin voitiin myös seurata ovatko porrastukset aina samansuuntai-
sia, vai onko porrastuksen suunta sattumanvarainen. (kuva 5.)

Viiluista mitattiin myös kaikkien yksittäisten jatkamiseen käytettyjen arkkien le-
veydet (kuva 5). Yksittäisten viilujen leveyden mittaamisella tarkistettiin porras-
tusten syitä, kuten peräkkäin olevissa viiluissa oleva suuri leveysero.

Lisäksi jatketuista viiluista mitattiin ristimitta, jotta voitiin havaita ovatko valmiit
jatketut viilut lähempänä suunnikasta kuin tavoiteltua nelikulmiota. (kuva 5.) Tällä
on huomattava vaikutus ladonnassa, jossa pyritään asettamaan päällekkäiset vii-
lut kohtisuoraan toisiinsa nähden. Suuret porrastukset aiheuttavat ongelmia jat-
ketun viilun muotoon ja tätä kautta ladontaan.

Jatkettujen viilujen pituutta ei mitattu erikseen. Valmiiden arkkien on todettu ole-
van hyvin toleranssissa (± 10 mm) pituuden suhteen, joten tätä ei katsottu tar-
peelliseksi mitata ja tutkia.

Jatkettujen viilujen ristimittaa verrattiin laskennalliseen ristimittaan, joka on saatu
yksittäisten viilujen leveyden keskiarvosta ja jatkettujen viilujen asetetusta pituu-
desta.



Kuva 5. Pituussuuntaan jatkettun viilusta mittauskohdat (Kuva Hannamari Nuopponen 2015)

6.4 Ladonnan seuranta

Ladonnassa tehtiin tuotannon aikana laskentaa viiluista, joissa on laatuvaatimusten rajoilla oleva virhe. Arviointi tehtiin silmämääräisesti arvioiden ja virheet luokiteltiin neljään eri kategoriaan.

1. Porrastus kovalla reunalla

Kovan reunan porrastukseksi laskettiin laatuvaatimusten rajoilla oleva, eli noin 20 mm:n, porrastus. Lisäksi on huomioitiin pienemmät porrastukset, jos saumat sijoituivat ladelmassa reunavasteiden kohdalle niin, että porrastus voi aiheuttaa vajaareunaisuutta valmiissa levyssä.

2. Porrastus pehmeällä reunalla

Pehmeän reunan porrastuksiin on laskettu vain ne porrastukset, jotka voivat aiheuttaa vajaareunaisuutta pehmeällä reunalla. Peräkkäisten viilujen leveyden erot ovat yleinen syy pehmeän reunan porrastuksiin.

3. Kovan reunan porrastukset, kun saumasta puuttuu pala

Jos sauman reunasta irtoaa pala, voi porrastus kasvaa huomattavasti suuremmaksi kuin mitä se olisi ehjissä viiluissa. Viiluja, joissa oli rikkoontuneita saumoja, seurattiin erikseen.

4. Pehmeän reunan porrastukset, kun saumasta puuttuu pala

Pehmeän reunan porrastuksista eriteltiin pelkät porrastukset, sekä ne saumat ja porrastukset, jotka olivat aiheutuneet rikkoutuneesta viilusta.

6.5 Valmiit vanerit

Valmiiden vanereiden tutkimuksissa seurattiin tiettyjä, tutkimuksen alussa sovit-
tuja tuotteita. Näistä vanereista kerättiin tietoa sahauksen yhteydessä ja yleisen
tiedonkeruujärjestelmän kautta.

Seurannan avulla pystyttiin määrittämään, onko tiedonkeruusta saatavilla tie-
doilla eroa todelliseen tilanteeseen, sekä lisäksi selvitettiin mistä erot johtuvat.

6.5.1 Sahatut levyt

Sahattuja levyjä seurattiin karsintasahauksen jälkeen niillä puupintaisilla tuot-
teilla, joilla tehtiin vain yksi sahaus. Pinnoitetuilla tuotteilla levyt tarkastettiin sen
jälkeen, kun ne oli sahattu valmiiseen mittaan.

Sahatuista levyistä tarkistettiin vajaareunaiset levyt, sekä määritettiin, onko syy
vajaareunaisuuteen kuivaviilussa vai liimaviilussa. Näin saatiin eroteltua, kuinka
suuri prosenttiosuus vajaareunoista johtuu liimaviiluista.

Reunavajauden sijainnin määrittäminen oli mahdollista puupintaisilla tuotteilla,
sillä suoraan ladonnasta tulleista kuormista pystyttiin varmistamaan levyjen kova
reuna. Tiedon avulla pystyttiin pohtimaan myös syitä ongelman syntyyn.

6.5.2 Tiedonkeruujärjestelmä

Tiedonkeruujärjestelmästä poimittiin tietoa ennalta sovitusta valmiista vanerituot-
teista. Tiedonkeruujärjestelmän avulla valmiista vanereista kerätään erilaisia ti-
lauskohtaisia tietoja, joista vajaareunaisten osuus on yksi. Tiedonkeruu ei kuiten-
kaan osaa eritellä vajaareunaisia jälkikorjattavista levyistä, joita vajaareunaiset
yleensä ovat, eikä tämän vuoksi ole luotettava lähde vajaareunaisten levyjen lu-
kumäärästä.

Tiedonkeruusta tehtiin tilasto kuukauden mittaisen seurannan perusteella ja sitä verrattiin sahatuista vanereista mittaamalla saatuihin tietoihin.

7 Tulokset

7.1 Jatkettavat viilut

Puu on elävä materiaali, jonka käyttäytymistä sorvattaessa ja etenkin kuivatessa ei aina pystytä täysin ennustamaan. Viilun laatuun vaikuttavat puun omien ominaisuuksien lisäksi etenkin tukin varastointi sekä haudonnan ja sorvauksen onnistuminen.

Jatkoliitokselle menevät viilut ovat kooltaan 1 320 mm x 1 300 mm. Kahdenkymmenen millimetrin lisäys pituudessa johtuu päätöksestä, että 1 300 mm sorvattavilla koivutukeilla ei käytetä sorvin puukkoja oikaisemassa viilumaton reunoja. Lisäksi ajoittain käytetään mittaa 1 590 mm x 1 300 mm, josta on otettu vertailuaineisto. (Karjalainen 2015)

Viiluja mitattiin laaduista K2 ja K3. Mittauksia suoritettiin K2 laadusta 120 kappaletta ja K3 laadusta 75 kappaletta. Lisäksi K3 1 590 mm x 1 300 mm mitasta otettiin 30 kappaleen otos.

Viilumitoille on annettu yleinen mittatoleranssi, joka on ± 10 mm. Tähän vertailtaessa tutkimukseen otettujen viilujen mitat olivat hyviä. Viilupituuden keskiarvo K2 laadussa oli 1 322 mm ja K3 laadun keskiarvo 1 324 mm. Molemmissa laaduissa keskihajonta oli 2 mm. Leveyden keskiarvo laadussa K2 oli 1 301 mm ja keskihajonta 6 mm. K3 laadun leveyden keskiarvo oli 1 299 mm ja keskihajonta 8 mm. K3 1 590 mm x 1 300 mm viiluissa pituuden keskiarvo oli 1 604 mm keskihajonnalla 2 mm ja leveyden keskiarvo 1 304 mm keskihajonnalla 6 mm.

Viiluarkeista mitattiin ristimitta, jotta nähtäisiin ovatko arkit nelikulmaisia vai enemmän suunnikkaan muotoisia. Saatuja tuloksia verrattiin viilujen laskennalliseen ristimittaan, joka laskettiin pituuden ja leveyden keskiarvosta.

Ristimittojen vertailussa havaittiin hajonnan olevan pienempi kuin mitä ennakkoodotukset mittausten tuloksista olivat. Myös K3 1 590 mm x 1 300 mm vertailuaineiston ristimitat olivat erittäin hyvät. Ristimittavaihteluita esitetään kaaviossa

(Liite 1). Molemmissa mitoissa ristimittakäyrä seuraa hyvin laskennallista ristimittaa, eikä merkittäviä mittauseroja todettu. K3:n tuloksien vertailussa ovat mukava myös 1 590 mm x 1 300 mm jatkettut viilut.

7.2 Jatketut viilut

Lähtökohtana jatkettujen viilujen mittausten alkaessa oli olettamus, että saumat porrastaisivat paljon. Mittausten alkaessa pohdittiin, kuinka erotella eri suuntiin olevat porrastukset ja kuinka saada mahdollisimman informatiivinen tulos mitattavasta viilusta. Jatkoliitoksen leikkausmitta oli pysynyt hyvin laatuvaatimusten osoittamissa rajoissa, joten sitä ei erikseen mitattu. Tarkistusmittaus kuitenkin suoritettiin, jos viilun muut mittaustulokset aiheuttivat epäilystä viilun pituudesta.

Viilujen porrastusten mittaaminen aloitettiin aina jatkoliitospuristimeen nähden kuorman samasta päädyistä. Jatketusta viilusta mitattiin ensin kovan reunan porrastukset niin, että seuraavan viilun asettuminen määritti, tuliko tuloksesta negatiivinen vai positiivinen (kuva 4).

1 300 mm x 1 300 mm lähtömitasta jatkettujen viilujen saumojen porrastukset olivat hyvin laatuvaatimusten asettamissa rajoissa. 79,6 % saumojen porrastuksista asetui mittausten perusteella vaihteluvälille 0 – 5 millimetriä. Useimmiten suurimmissa porrastuksissa viilun reunasta oli repeytynyt pala, jolloin porrastuksen koko oli suurempi. Saumojen porrastukset on esitetty liitteissä 2 ja 3.

7.3 Liimauksen seuranta

Ladonnan yhteydessä seurattiin pituussuuntaan jatkettuja viiluja ja suoritettiin silmäääräinen arvio siitä, ovatko viilujen saumojen porrastukset laatuvaatimusten rajoissa. Ladonnassa pystyttiin seuraamaan suuri määrä viiluja lyhyessä ajassa.

Ladonnassa seurattiin ladelmamittoja 1 290 mm x 2 520 mm sekä 1 290 mm x 2 590 mm. Pituussuuntaan jatkettut viilut oli jatkettu päämitoista 1 290 mm ja 1 590 mm. Tuloksissa otettiin huomioon myös jatkettujen viilujen lähtömittakohdaiset erot. Ladottuja viiluja seurattiin yhteensä 1590 kappaletta.

Ladonnan seurannassa ensimmäisenä huomiota kiinnittivät pehmeän reunan puoleiset viilun reunan puutokset. Jatketun viilun reunasta oli irronnut pala, jonka vuoksi myös porrastus oli suurempi. Näitä oli myös viilujen kokonaismäärään nähden hyvin paljon. Tulokset on esitetty kaaviona liitteessä 4.

7.4 Valmiit vanerit

Viimeistelyosastolla seurattiin valmiita vanerilevyjä. Seurannassa käytettiin ennalta sovittuja tuotteita, joiden valmistusmäärät ovat suuria tai valmistusmitat aiheuttavat haasteita tuotteen valmistukseen.

Valmiista vanereista mittaamalla saatuja tuloksia verrattiin tiedonkeruusta saatuihin tuloksiin. Tuloksissa todettiin ero tiedonkeruun antamien tietojen ja todellisten reunavajaiden levyjen lukumäärän välillä.

Kolme tuotetta (A, B ja C) valittiin seurattavaksi sekä tiedonkeruujärjestelmän kautta, että valmiiden tuotteiden mittausten perusteella. Valmiista vanereista saatuja tietoja verrattiin samojen tuotteiden tiedonkeruutietoihin. Lisäksi tiedonkeruusta otettiin aineistoon tuotteet D ja E.

7.4.1 Valmiiseen mittaan sahatut vanerit

Valmiiseen mittaan sahattuja tuotteita oli yhteensä kolme. Näistä tuotteista käytän jatkossa nimitystä tuote A, tuote B ja tuote C. Tuotteen A mitat olivat 1 250 mm x 2 440 mm ja paksuus 9,0 mm. Tuotteen B mitat olivat 1 255 mm x 2 440 mm, paksuus 9 mm ja tuotteen C valmiit mitat olivat 1 250 mm x 1 840 mm, paksuus myös 9 mm.

Tuotetta A tarkistettiin reunasahauksen jälkeen yhteensä 2 840 kappaletta. Näissä todettiin yhteensä 60 (2,11 %) sellaista levyä, jossa ilmeni reunavajausvirhe. Reunavajauden syy todettiin olevan liimaviilussa 34:ssä (1,20 %) tapauksessa.

Tuotetta B tarkistettiin yhteensä 900 kappaletta. Tuotteen B sahausrajat olivat hieman tiukemmat kuin tuotteen A, vaikka ladontamitat ovat molemmilla samat. Tarkistetuista tuote B levyistä löytyi reunavajaita yhteensä 21 kappaletta (2,33 %). Liimaviiluvirheestä johtuvien reunavajaiden levyjen määrä oli neljä (0,44 %).

Tuotetta C päästiin tutkimaan vain 200 kappaleen erä. Näissä levyissä reunavajaita löytyi yhteensä kuusi kappaletta (3 %). Liimaviiluvirheestä johtuvien reunavajaiden levyjen määrä oli neljä (2 %). Tuotteen C virhelukemat ovat linjassa yleisen virheellisten vanerien määrän kanssa, vaikka otosmäärä oli tässä tapauksessa hieman liian pieni.

7.4.2 Tiedonkeruun seuranta

Tiedonkeruussa seurattiin tuotteiden A – C lisäksi tuotetta D, jonka mitat olivat 1 246 mm x 451 mm ja paksuus 27,4 mm, sekä tuotetta E, jonka mitat olivat 1 280 mm x 2 560 mm ja paksuus 18 mm. Tuote D ladottiin mitassa 1 246 mm x 2 560 mm ja paloiteltiin valmiiseen mittaan 1 246 mm x 451 mm. Pienestä mitastaan huolimatta tuotteella D on ollut huomattavan paljon ongelmia reunavajauden vuoksi. Tiedonkeruussa ei erotella vajaareunaisuuden syytä.

Tuotetta A oli tarkasteluajalla tehty tiedonkeruun mukaan yhteensä 16 261 kappaletta. Näistä levyistä oli vajaareunaisia yhteensä 83 (0,51 %) kappaletta.

Tuotetta B oli valmistettu yhteensä 864 kappaletta. Näistä reunavajaita oli tilastoitu kuusi kappaletta (0,69 %).

Tuotetta C oli valmistettu yhteensä 1 649 kappaletta. Tuote C:n levyistä vajaareunaisia oli neljä kappaletta (0,24 %).

Tuotetta D oli tarkasteluaikana valmistettu yhteensä 1 011 kappaletta, joista ei löytynyt yhtään reunavajaita levyä.

Tuotetta E oli tarkasteluaikana valmistettu yhteensä 4 126 kappaletta. Näistä levyistä oli tilastoitu yksi kappale reunavajaita (0,02 %).

8 Päätelmät

Jatketut viilut ja jatkotarpeet olivat mittaushetkellä korkealaatuisia eikä niissä todettu ongelmia. Tilanne voi kuitenkin muuttua hyvin nopeasti, jos tehtaalle tulevan vanerikoivun laatu oleellisesti muuttuu.

Pintaviilun reunan laineilu aiheuttaa ongelmia sahauksessa sekä ladonnassa (kuva 6). Aallonpohjan ja -harjan välinen ero saattaa olla jopa 20 mm. Tämä aiheuttaa sen, että tiukoilla sahausmitoilla karsintasahan operaattori joutuu sahamaan aihion kovalta reunalta niin paljon, että aihion pehmeältä reunalta voi loppua sahausvara (Vuorela 2015). Syy tähän on katkaisussa, jossa vaneritukin pään taseus on epäonnistunut tai puu on päässyt ”pomppaamaan” kuljettimella. Epäonnistumisen riski kasvaa etenkin sateella, koska märät puut luistavat kuljettimella. Myös pienet puut pomppivat paljon vasteelle tullessaan lisäten tasauksen epäonnistumisen riskiä. Lisäksi silloin, kun halutaan maksimoida käytettävissä

oleva puu ja puun päästä sahataan mahdollisimman pieni taseus, voi kulunut terä aiheuttaa epätasaisuutta sahausjälkeen. (Häkkinen 2015.)

Vertailtaessa tiedonkeruusta saatuja tuloksia tutkimuksen aikana valmiista levyistä saattuihin tietoihin todettiin, että tiedonkeruun antamat kappalemäärät ovat noin kolmannes todellisista luvuista. Mittausten yhteydessä saatiin tietoa myös virheen sijainnista, josta pystytään toteamaan, että valmiissa levyissä liimaviiluvirheet ovat enemmän levyn pehmeällä reunalla.

Tiedonkeruusta saatujen tulosten paikkaansapitävyyttä tuotteen D osalta epäiltiin, koska tuotteen D levyt voidaan luokitella jälkikorjattaviin. Jälkikorjattavat eivät näy tiedonkeruun tilastoissa, eikä näin tiedetä onko tilauksessa ollut reunavajaita levyjä.

Lisäksi tehtiin huomioita muista prosessin vaiheista, joilla voi olla syy-seuraussuhde levyjen reunavajausongelmiin. Kun puut tuodaan katkaisuun entisen havulinjan kuljettimien kautta, ei tasausta yleensä tehdä kuljettimen huonon ohjauksen vuoksi. Kuljettimet vievät puun ensin liian pitkälle ja peruuttaessa ensin liian kauas taakse, jolloin oikean katkaisukohdan löytäminen on hidasta.

Ladonnassa kiinnitettiin erityisesti huomiota pehmeän reunan saumasta puuttuviin paloihin. Yli 90 %:ssa tapauksista pala puuttui viilun pehmeältä reunalta.

Tutkimuksessa huomioitiin myös, että valmiissa 2 520 mm x 1 300 mm liimaviiluissa, jotka oli jatkettu lähtömitasta 1 590 mm x 1 300 mm puristimilla kolme ja neljä, oli hetkellisesti joka kolmas viilu lyhyt. Tämä itsessään ei ole reunavajauksen liittyvä tekijä, mutta jatkoliitoksella huomioitava asia, joka on koneen ohjelmoinnilla korjattavissa.



Kuva 6. Pintaviilun reunan laineilu (Kuva Hannamari Nuopponen 2015)

9 Pohdinta

Tätä opinnäytetyötä aloitettaessa oli tavoitteena selvittää, ovatko jatkoliitokselta tulevat liimaviilut syynä valmiiden vanereiden reunavajauteen ja onko tarvetta tiukentaa jatkoliitoksen laatuvaatimuksia reunavajaiden levyjen määrän vähentämiseksi. Tutkimus rajattiin tiukasti tarkempien tulosten saamiseksi.

Reunavajaiden levyjen vuoksi syntyvä tappio on vuositasolla merkittävä, vaikka lähes poikkeuksetta reunavajaat levyt voidaan sahata pienempiin mittoihin. Nämä valmiissa vanereissa näkyvät ongelmat syntyvät jo tuotannon alkupäässä, leikkaus- ja lajittelulinjalla sekä viilun saumauksessa ja jatkolinjalla. Viilunjalostuksen kaikilla työvaiheilla on tarkat laatuvaatimukset, joiden toteutumista tuotannon operaattorit seuraavat jatkuvasti. Tutkimukseen lähdettäessä suurimmat ongelmat sekä niiden mahdolliset vaikutukset valmiisiin vanereihin olivat tiedossa, mutta todennettu tieto puuttui.

Tuloksia tarkasteltaessa kävi ilmi, ettei viilun laatu ollut niin heikko kuin oletettiin. Jatkoliitokselta tulleiden viilujen saumat olivat hyviä eivätkä saumat porrastaneet niin paljoa, että ne olisivat muodostuneet ongelmaksi. Pääsääntöisesti kaikki ne asiat, joista luultiin löytyvän ongelmia, olivat melko hyvin.

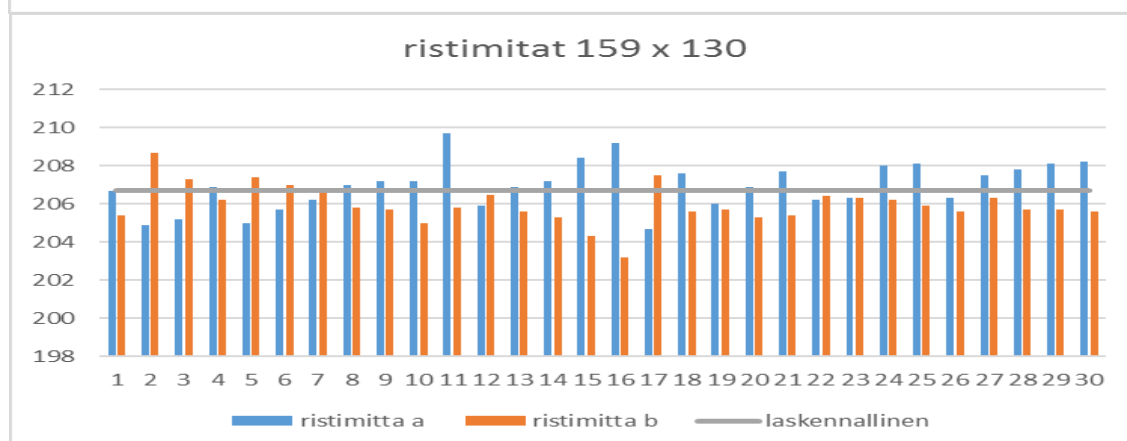
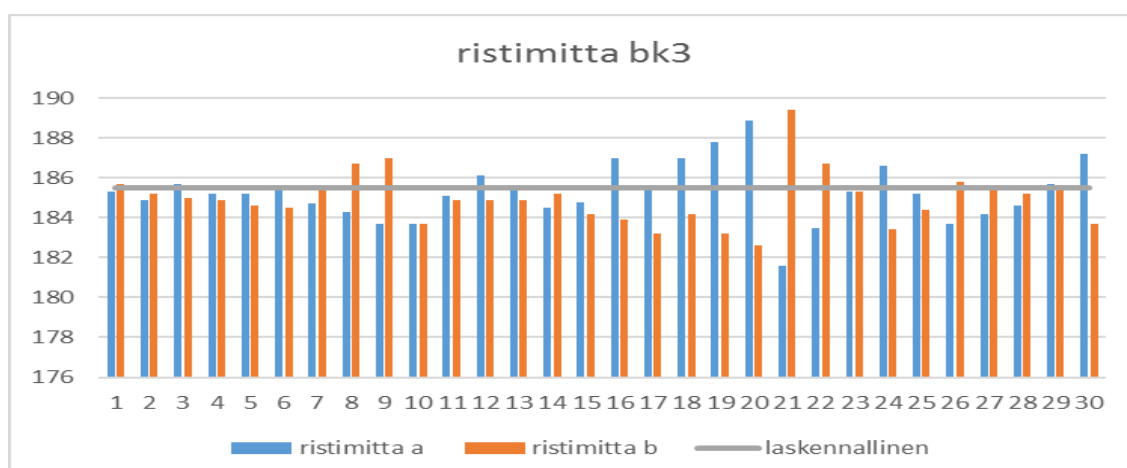
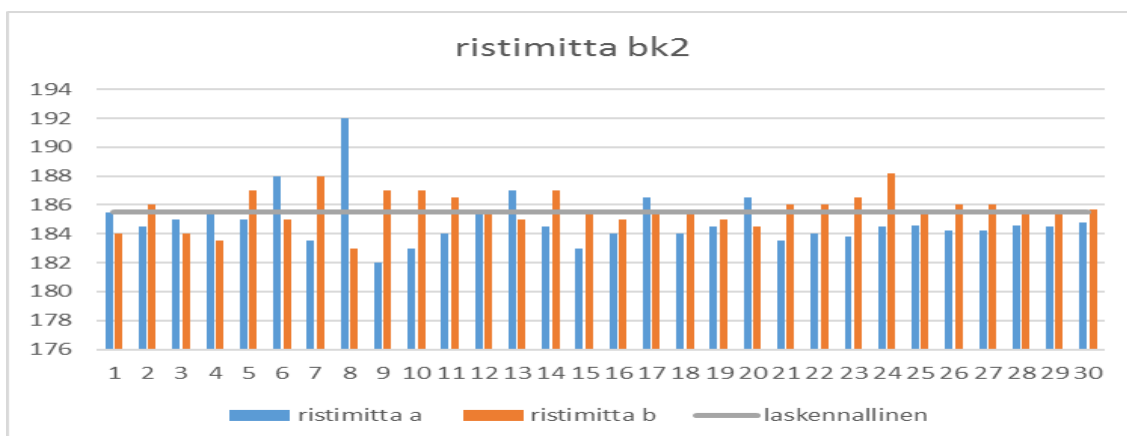
Tutkimuksen alkua hankaloitti todennetun tutkimustiedon puute. Tiedossa oli, että tehdaskohtaisia tutkimuksia on tehty, mutta materiaalia ei ollut saatavilla. Tämä tutkimus pohjautuukin vain niihin asioihin, jotka alkuvaiheessa katsottiin tärkeiksi osatekijöiksi ongelman ratkaisua varten. Tulosten luotettavuuden kannalta otoskoko oli kaikissa mittauksissa pieni. Mittausten jatkaminen pidemmällä aikavälillä antaisi paremman kuvan etenkin viilun laadusta.

Vanerin viimeistelyssä ei pystytäkään korjaamaan tuotannon alkupään virheitä ja tämän vuoksi työntekijöiden ammattitaito korostuu. Tutkimuksen tulokset eivät täysin vastanneet alkuperäiseen tutkimusongelmaan, mutta tutkimuksen aikana ilmeni muita epäkohtia, joiden huomioiminen tulevaisuudessa on tärkeää. Mitatulla tiedolla voidaan kumota vahvatkin oletukset, kuten tässä tapauksessa kävi.

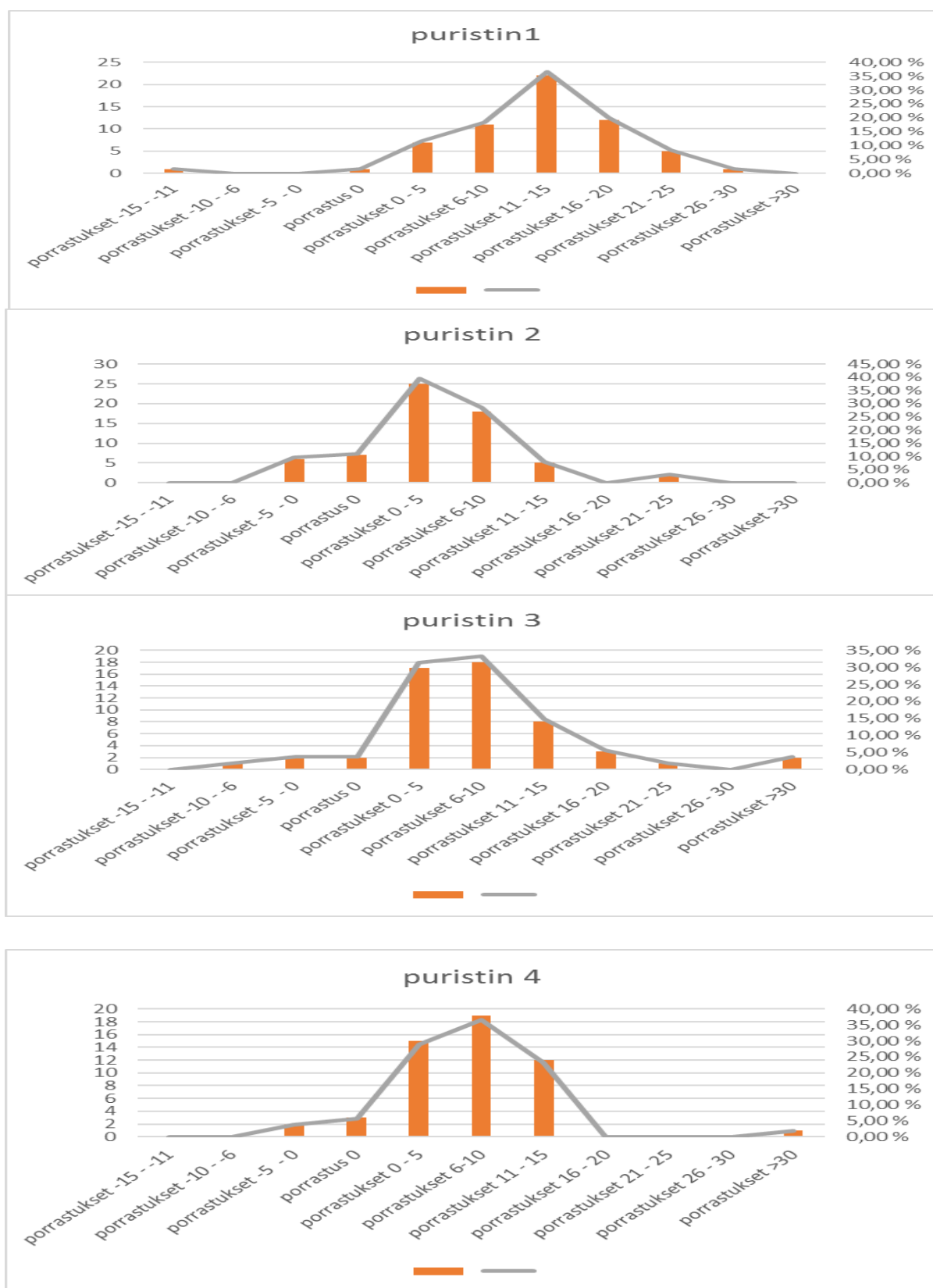
Lähteet

- Häkkinen, R. 2015. Vanerityöntekijä. UPM Savonlinnan vaneritehdas. Haastattelu 15.4.2015.
- Karjalainen, P. 2015. Tuotantopäällikkö. UPM Savonlinnan vaneritehdas. Haastattelu 27.3.2015.
- Koponen, H. 2002. Puulevytuotanto. Helsinki. Opetushallitus.
- Metsäteollisuus ry. 2006. Vanerikäsikirja. http://www.wisaplywood.com/global_resources/Documents/downloads/brochures/general-brochures/Handbook_FI.pdf (13.10.2016).
- Nikulainen, J. 2015. Esimies. UPM Savonlinnan vaneritehdas. Haastattelu 11.4.2015.
- Puuinfo. 2012. Vaneri. <http://www.puuinfo.fi/puutieto/levytuotteet/vaneri> (30.1.2017).
- Puuproffa. 2015. Vaneri. http://www.puuproffa.fi/PuuProffa_2012/fi/puujalosteet/vanerit (30.1.2017).
- UPM. 2014. Vanerin tuotantoprosessi. <http://www.wisaplywood.com/fi/vaneri-javiilu/vaneri/vanerin-tuotantoprosessi/Pages/default.aspx>.
- UPM Savonlinnan vaneritehdas. 2012. Laatuvaatimukset.
- Vuorela, J. 2015. Vanerityöntekijä. UPM Savonlinnan vaneritehdas. Haastattelu 10.4.2015.

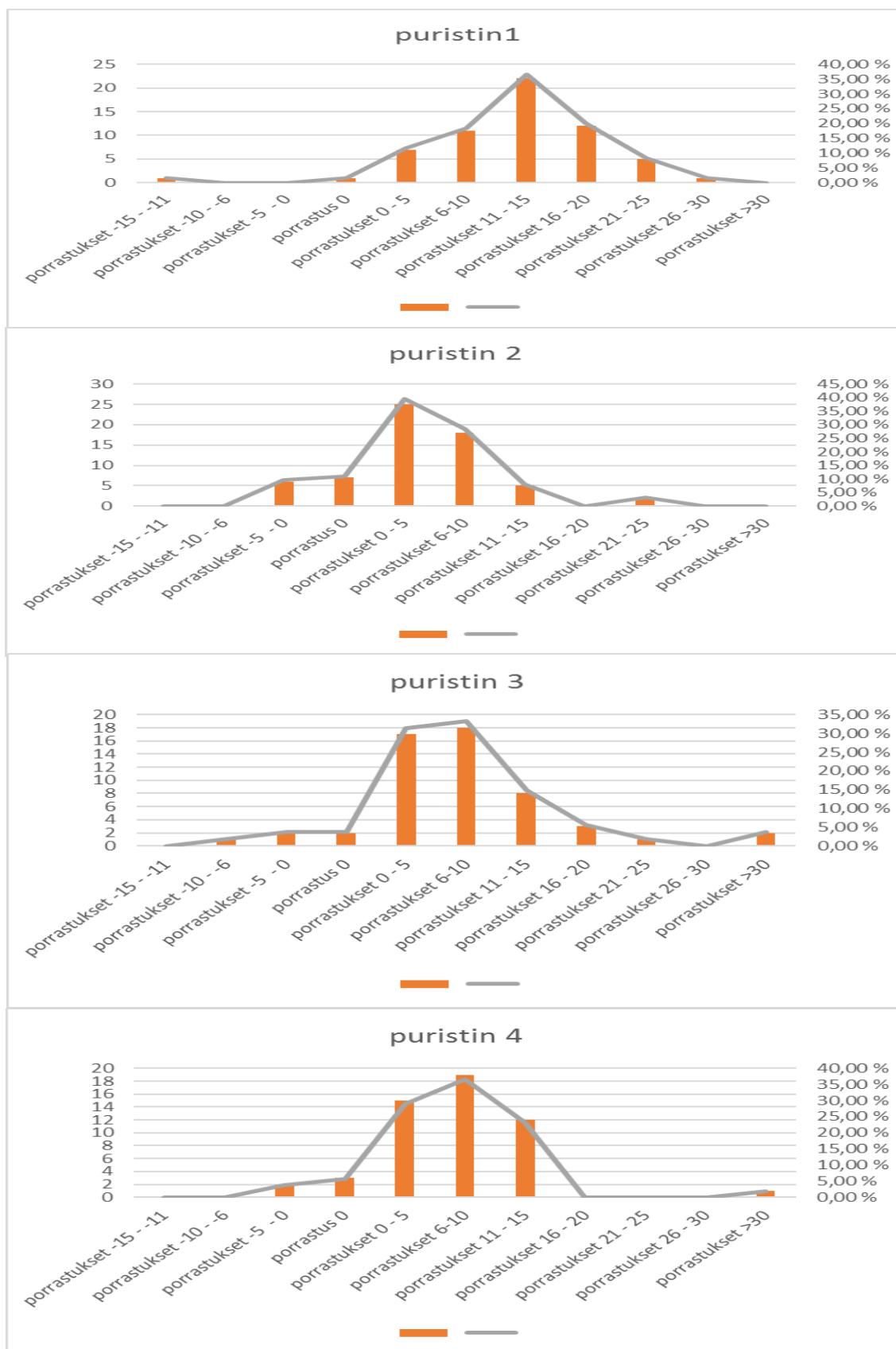
Jatkettavien viilujen mittaustulokset



Viilusaumojen porrastukset 1 300 mm x 1 300 mm jatketuissa viiluissa

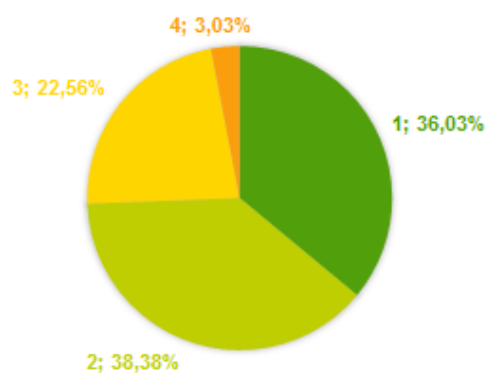


Viilusaumojen porrastukset 1 590 mm x 1 300 mm jatketuissa viiluissa



Liimaviilujen virheet ladonta-asemilla

- | |
|-------------------------------|
| 1. Pala puuttuu, pehmeä reuna |
| 2. Porrastus, kova reuna |
| 3. Porrastus pehmeä reuna |
| 4. Pala puuttuu, kova reuna |

**LADONNAN SEURANTA,
KAIKKI VIILUT****LADONNAN SEURANTA, VAIN
130:STA JATKETUT**